"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و چهارم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.4.2.9

اثر تاریخ کاشت پاییزه بر رشد و عملکرد دانه ارقام آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط شمال استان خوزستان

Effect of autumn sowing date on growth and seed yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars under environmental conditions of the north of Khuzestan province, Iran

سیداحمد کلانتراحمدی

چکیده

کلانتر احمدی، س. ا.، ۱۴۰۱. اثر تاریخ کاشت پاییزه بر رشد و عملکرد دانه ارقام آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط شمال استان خوزستان. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۴ (۴): ۳۵۴ -۳۳۵.**

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت پاییزه بر عملکرد دانه ارقام آفتابگردان آزمایشی بصورت کرت‌های نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷) در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول اجرا شد. عامل عمودی شامل هفت تاریخ کاشت (۱۵ شهریور، اول مهر، ۱۵ مهر، ۳۰ مهر، ۱۵ آبان، ۳۰ آبان و ۱۵ آذر) و عامل افقی شامل پنج رقم آفتابگردان (آذرگل، برزگر، پروگرس، فرخ و لاکومکا) بودند. نتایج نشان داد که در هر دو سال آزمایش بیشترین طول دوره رشد (۲۰۴ روز) مربوط به تاریخ کاشت ۳۰ آبان و رقم پروگرس و کمترین طول دوره رشد (۱۱۸ روز) نیز مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور و رقم فرخ بود. در کلیه ارقام آفتابگردان با تاخیر در کاشت، قطر طبق و وزن هزار دانه کاهش یافتند. تاخیر در تاریخ کاشت در هر دو سال آزمایش باعث کاهش ارتفاع بوته ارقام آفتابگردان شد. بیشترین (۴۲/۸ درصد) و کمترین (۳۷/۷ درصد) میزان روغن دانه به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت اول (۱۵ شهریور) و آخر (۱۵ آذر) مشاهده شد. بین ارقام آفتابگردان نیز در دو سال آزمایش، ارقام آذرگل (۴۱/۹ درصد) و فرخ (۳۸/۰ درصد) بیشترین و کمترین میزان روغن دانه را داشتند. در هر دو سال آزمایش حداکثر عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول (۲۵ شهریور) از ارقام آذرگل (۲۹۷۱ کیلوگرم در هکتار) و پروگرس (۲۹۵۸ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و حداقل عملکرد دانه (۲۳۲ کیلوگرم در هکتار) نیز مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ آذر و رقم لاکومکا بود. براساس نتایج این تحقیق کشت پاییزه ارقام آفتابگردان مورد ارزیابی در تاریخ‌های ۱۵ شهریور تا اوایل مهر در شرایط اقلیمی شمال خوزستان مناسب است.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، دمای هوا، قطر طبق، روغن دانه، زمان کاشت و گلدهی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۳۰ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۶۹۱۰۱-۰۳-۷۱-۲ مصوب مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد
استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران
(پست الکترونیک: kalantar.ahmadi@gmail.com)

مقدمه

رشد و نمو گیاه آفتابگردان و تولید محصول آن وابسته به شرایط محیطی از جمله دما، بارندگی، عملیات زراعی (تاریخ کاشت، تغذیه و نوع رقم، می‌باشد (Ozturk *et al*., 2017). نقش عوامل ژنتیکی در میزان روغن دانه آفتابگردان ۶۹/۶ درصد بوده و سهم عوامل محیطی و تاریخ کاشت نیز به‌ترتیب ۱۰/۳ درصد و ۱۲/۹ درصد می‌باشد (Balalić *et al*., 2012).

رشد و نمو مطلوب گیاه آفتابگردان در محدوده دمایی۲۶ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد صورت می‌گیرد (Awais *et al*., 2017a) و تولید پایدار آن تحت تاثیر شرایط تغییر اقلیم قرار می‌گیرد (Kalyar *et al*., 2013). علاوه بر مدیریت زراعی و ویژگی‌های ژنتیکی (Wang *et al*., 2016; Awais *et al*., 2017b)، تغییر در فنولوژی گونه‌های مختلف گیاهی ممکن است به تغییرات اقلیمی نیز ربط داشته باشد (Agostino *et al*., 2012; Yang *et al*., 2014; Jan *et al*., 2017)، بنابراین تغییر در فنولوژی می‌تواند به دلیل تاثیر شرایط آب و هوایی و واکنش‌های سازگاری گیاهان باشد (Wang *et al*., 2016). زمان گلدهی و رسیدگی دانه از ویژگی‌های مهم در سازگاری گیاهان محسوب می‌شوند (Nasim *et al*., 2011; Li *et al*., 2014).

تاریخ کاشت بر رشد رویشی، زمان ظهور اندام‌های زایشی و عملکرد دانه تاثیرگذار است. در کاشت‌های زود هنگام به‌دلیل افزایش شاخص سطح برگ و پوشش کامل گیاهی در مزرعه، محیط مناسب‌تری فراهم شده و در کشت‌های دیر هنگام پوشش گیاهی متراکم دیرتر ایجاد شده و گیاه زراعی در رقابت با علف‌های هرز دچار مشکل می‌شود (Barros *et al*., 2004; Grenz *et al*., 2008). در برخی موارد کاهش عملکرد دانه آفتابگردان در کشت‌های تاخیری به درجه حرارت‌های بالاتر در طول دوره رشد و یا درجه حرارت‌های پایین و کاهش میزان تابش بعد از گرده‌افشانی مربوط می‌شود (De La Vega and Hall, 2002). مقایسه تاریخ کاشت‌های اوایل شهریور تا اوایل آبان ماه آفتابگردان در شرایط آب و هوایی چین نیز نشان داد که مناسب‌ترین تاریخ کاشت اوایل مهر می‌باشد (Li *et al*., 2009). نتایج یک آزمایش در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای نشان داد که تغییر تاریخ کشت از پاییز به تابستان (۲۶ نوامبر، ۱۴ مارس، ۱۱ می و ۱۱ جولای) باعث کاهش طول دوره رشد گیاه شد. بیشترین عملکرد روغن (۲/۵ تن در هکتار) و دانه (۴/۷ تن در هکتار) در تاریخ کاشت ۲۳ اسفند بدست آمد. هر چند که گیاه آفتابگردان از قابلیت سازگاری با تغییر تاریخ کاشت برخوردار است، اما دمای هوا در طول دوره پر شدن دانه مهم‌ترین عامل در عملکرد دانه و کیفیت روغن می‌باشد (Anastasi *et al*., 2000). نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داده است که تاخیر در تاریخ کاشت آفتابگردان باعث کاهش عملکرد دانه شده (Ozturk *et al*., 2017; Tariq *et al*., 2021) و میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب آن تحت تاثیر دمای محیط در مرحله پر شدن دانه قرار می‌گیرد (Tariq *et al*., 2021). در یک آزمایش در خصوص مقایسه کشت بهاره و پاییزه آفتابگردان در پاکستان مشخص شد که میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و سرعت تعرق در کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه بیشتر بوده و تولید مواد پرورده، زیست توده و عملکرد دانه هیبریدهای آفتابگردان در کشت پاییزه بدلیل دمای پایین هوا کمتر بود (Kaleem *et al*., 2009). دمای پایین یکی از عوامل محدود کننده فتوسنتز در آفتابگردان بوده و در کشت پاییزه آفتابگردان، به‌دلیل دمای پایین هوا، بین منبع و مخزن عدم تعادل بوجود می‌آید. تولید بیشتر محصول در کشت بهاره را می‌توان به شرایط بهتر عوامل محیطی نسبت داد که باعث توزیع بهتر مواد پرورده به دانه‌ها می‌شود (Baydar and Erbas, 2005).

با توجه به اینکه آفتابگردان در مناطق مختلفی کشت می‌شود، انتخاب ارقام مناسب باعث بهبود

عملکرد آن خواهد شد (Ahmed *et al*., 2015). به‌علاوه عملکرد دانه، قطر طبق، وزن هزار دانه و محتوای روغن دانه در تاریخ کاشت‌های زود بیشتر بوده و تاخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد دانه خواهد شد (Abdou *et al*., 2011; Ahmed *et al*., 2015). گزارش شده است که در برخی موارد کاهش عملکرد دانه آفتابگردان در کشت‌های تاخیری به‌دلیل بالا بودن دمای هوا در طول دوره رشد و یا پایین بودن دما و کاهش میزان تابش بعد از گرده‌افشانی است (De La Vega and Hall, 2002). عکس العمل ارقام آفتابگردان نسبت به تاریخ کشت متفاوت است. در این خصوص صفری (Safari, 2007) اظهار داشت که ارقام آفتابگردان آذرگل و رکورد بیشترین عملکرد دانه را داشته و با تاخیر در کاشت، عملکرد دانه آنها کاهش یافت. گزارش شده است که تغییر در مدت و سرعت پرشدن دانه آفتابگردان با تغییر در میزان نفوذ نور به درون پوشش گیاهی و کارآیی استفاده از نور همراه است. این صفات به میزان قابل توجهی تحت تاثیر تاریخ کاشت و طول دوره رشد رقم قرار گرفته و باعث تغییر در عملکرد دانه و روغن می‌شوند (De La Vega and Hall 2002). تغییر در مراحل فنولوژیک در ارقام آفتابگردان به شرایط دمایی محیط بستگی داشته (Bakhsh *et al*., 2019) و گذر از مرحله رویشی به زایشی به شدت تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرد (Ahmad *et al*., 2017). در آزمایشی در خصوص اثر تاریخ کاشت بر عملکرد ارقام آفتابگردان مشخص شد که عملکرد دانه و تعداد دانه بیشتر در تاریخ کاشت‌های زودتر (۲۹ آذر)، بدلیل طول دوره رشد بیشتر و مصادف شدن مراحل گلدهی و پر شدن دانه با دماهای معتدل بود، در حالی که مصادف شدن مرحله پر شدن دانه با دمای بالا (۴۴-۴۱ درجه سانتی‌گراد) در تاریخ کاشت‌های اواخر دی تا اواسط بهمن، باعث کاهش عملکرد دانه شد (Tariq *et al*., 2021).

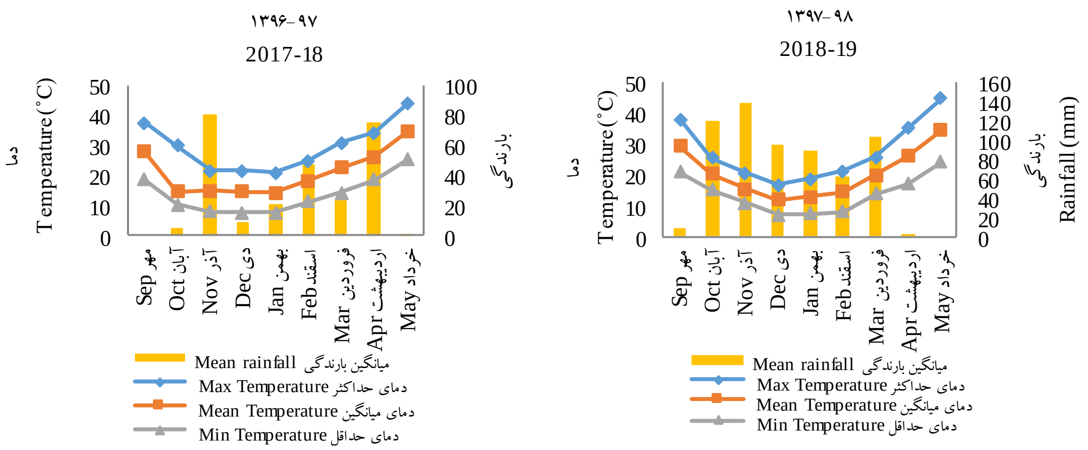
بخش عمده اراضی استان خوزستان در اواخر پاییز به کشت گندم اختصاص یافته و قرار دادن کلزا در تناوب با گندم مفید خواهد بود، اما گسترش برخی آفات و بیماری‌ها و گل جالیز باعث محدود شدن سطح زیر کشت کلزا می‌شوند. با توجه به برداشت محصول گندم در اواسط اردیبهشت تا اوایل خرداد در استان، زراعت ماش علوفه‌ای زودرس (۷۰-۶۰ روزه) توصیه شده است. پس از برداشت محصول ماش، فرصت کافی جهت کشت پاییزه آفتابگردان در منطقه وجود دارد که می‌تواند نقش مهمی در بهبود برنامه تناوبی داشته باشد. به‌علاوه نیاز کشور به روغن و ضرورت تامین آن، نیازمند اجرای برنامه تناوبی مناسب در منطقه است که با توجه به بررسی‌های انجام شده در خصوص تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد ارقام آفتابگردان و همچنین دمای بالای هوا در تابستان در اقلیم خوزستان، این آزمایش با هدف امکان کشت آفتابگردان در پاییز و بهره‌برداری از نزولات آسمانی به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت پاییزه بر عملکرد ارقام آفتابگردان آزمایشی بصورت کرت‌های نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸) در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه و ارتفاع ۸۲ متر از سطح دریا به اجرا گذاشته شد. این منطقه دارای اقلیم گرم و نیمه‌خشک با میانگین بارندگی سالیانه ۲۵۰-۳۰۰ میلیمتر می‌باشد. عامل عمودی شامل هفت تاریخ کاشت (۱۵ شهریور، اول مهر، ۱۵ مهر، ۳۰ مهر، ۱۵ آبان، ۳۰ آبان و ۱۵ آذر) و عامل افقی شامل پنج رقم آفتابگردان (آذرگل، برزگر، پروگرس، فرخ و لاکومکا) بودند. وضعیت دما و بارندگی در طول دوره آزمایش در شکل یک

نشان داده شده است. ارقام آفتابگردان مورد آزمایش از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تامین شد.

مشخصات ارقام آفتابگردان در جدول ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- میانگین دما و بارندگی محل اجرای آزمایش (۹۸-۱۳۹۶)

Fig. 1. Mean of temperature and rainfall at the experiment site (2017-19)

جدول ۱- ویژگی‌های ارقام آفتابگردان مورد ارزیابی

Table 1. Characteristics of the studied sunflower cultivars

ارقام آفتابگردان Sunflower cultivars	منشا Origin	تعداد شاخه‌های فرعی Branch number	تعداد طبق Number of heads	نوع گرده افشانی Pollination type	طول دوره رشد Growth duration
Azargol	Iran	Single branch	Single head	Hybrid	Medium
Barzegar	Iran	Single branch	Single head	Open pollinated	Medium
Progress	Russia	Single branch	Single head	Open pollinated	Late
Farokh	Iran	Single branch	Single head	Hybrid	Early
Lakomka	Ukraine	Single branch	Single head	Open pollinated	Medium

در اواخر مرداد پس از آبیاری اولیه، نسبت به تهیه زمین اقدام شد. براساس نتایج تجزیه ویژگی‌های خاک (جدول ۲) قبل از کاشت ۷۰ کیلوگرم در هکتار پتاس (از منبع سولفات پتاسیم) و ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (از منبع سوپرفسفات تریپل) به‌صورت پایه به خاک داده شدند. نیتروژن مورد نیاز نیز به مقدار ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار (از منبع اوره) تامین شد. کود نیتروژن در سه مرحله (قبل از کاشت، شش برگی و ستاره‌ای) به خاک داده شد (Olfati *et al*., 2000). تعداد دفعات آبیاری در تاریخ‌های کاشت اول تا هفتم به ترتیب چهار، چهار، سه، سه، چهار، پنج و پنج مرتبه و میزان مصرف آب در هر نوبت آبیاری ۸۰۰ متر مکعب در هکتار بود. زمان‌های برداشت محصول ارقام آفتابگردان در تاریخ‌های مختلف کاشت در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 2. Physical and chemical properties of the soil of the experiment site

بافت خاک Soil texture	پتاسیم K (mg.kg^{-1})	فسفر P (mg.kg^{-1})	ماده آلی OC (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m^{-1})
Clay-loam	141	7.1	0.78	7.85	0.65

جدول ۳- تاریخ برداشت ارقام آفتابگردان در تیمارهای تاریخ کاشت

Table 3. Harvest dates of sunflower cultivars in sowing date treatments

تاریخ کاشت Sowing date	Sunflower cultivars ارقام آفتابگردان				
	آذرگل Azargol	برزگر Barzegar	پروگرس Progress	فرخ Farokh	لاکومکا Lakomka
Sep.6 ۱۵ شهریور	Jan. 8 ۱۸ دی	Jan. 8 ۱۸ دی	Feb. 4 ۱۵ بهمن	Jan. 3 ۱۳ دی	Jan. 7 ۱۷ دی
Sep.23 اول مهر	Feb. 7 ۸ بهمن	Feb. 8 ۹ بهمن	Mar. 19 ۲۸ اسفند	Jan. 23 ۳ بهمن	Jan. 28 ۸ بهمن
Oct.7 ۱۵ مهر	Feb. 10 ۲۱ بهمن	Feb. 12 ۲۳ بهمن	Mar. 3 ۱۲ اسفند	Feb. 4 ۱۵ بهمن	Feb. 7 ۱۸ بهمن
Oct.22 ۳۰ مهر	Feb. 14 ۲۵ اسفند	Feb. 14 ۲۵ اسفند	Apr. 11 ۲۲ فروردین	Mar. 11 ۲۰ اسفند	May. 15 ۲۴ اسفند
Nov.6 ۱۵ آبان	May. 3 ۱۳ اردیبهشت	May. 3 ۱۳ اردیبهشت	May. 10 ۲۰ اردیبهشت	27. Apr ۷ اردیبهشت	Apr. 29 ۹ اردیبهش
Nov.21 ۳۰ آبان	May. 30 ۹ خرداد	May. 30 ۹ خرداد	Jun. 13 ۲۳ خرداد	May. 20 ۳۰ اردیبهشت	May. 29 ۸ خرداد
Dec.6 ۱۵ آذر	Jun. 11 ۲۱خرداد	Jun. 11 ۲۱خرداد	Jun. 24 ۳ تیر	May. 21 ۳۱ اردیبهشت	Jun. 1 ۱۱خرداد

قبل از کاشت بذر، علف‌کش ترفلان به میزان دو لیتر در هکتار به صورت خاکی مصرف شده و سپس ردیف‌های کاشت با عرض ۶۰ سانتی‌متر ایجاد شدند. آرایش کاشت به صورت یک ردیف روی پشته و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. تراکم بوته هشت بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. هر کرت فرعی شامل چهار پشته شش متری بود. کنترل علف‌های هرز ضمن استفاده از کولیتواتور (در مرحله ۸-۶ برگی)، و به‌صورت دستی در طول فصل رشد (بر حسب نیاز) انجام شد. برای جلوگیری از خسارت گنجشک و ارزیابی دقیق عملکرد دانه، پس از پایان گرده‌افشانی در هر کرت تعداد ۲۰ طبق با روزنامه پوشانده شدند. برای ارزیابی ویژگی‌های رویشی و اجزای عملکرد، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت آزمایشی پنج بوته برداشت شده وارتفاع بوته، قطر طبق (در دو جهت عمود برهم) و تعداد دانه در طبق اندازه‌گیری شدند. ثبت مراحل فنولوژیک بر اساس روش اشنایتر و میلر (Schneiter and Miller, 1981) انجام شد. برای ارزیابی عملکرد دانه، تعداد ۲۰ طبق از هر کرت آزمایشی انتخاب و دانه‌های آنها جدا و بوجاری شده و وزن آنها ثبت شد. طبق‌ها از دو ردیف میانی هرکرت با حذف حاشیه‌های ابتدا و انتهای ردیف‌ها انتخاب شدند. ارتفاع بوته روی شش بوته از دو ردیف وسط هر کرت اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن هزار دانه چهار نمونه تصادفی، هر یک شامل ۲۵۰ دانه شمارش و توزین شده و میانگین آنها ثبت و سپس وزن هزار دانه محاسبه شد. اندازه‌گیری محتوای روغن دانه با استفاده از دستگاه NMR انجام شد (Emami Bistgani, 2012).

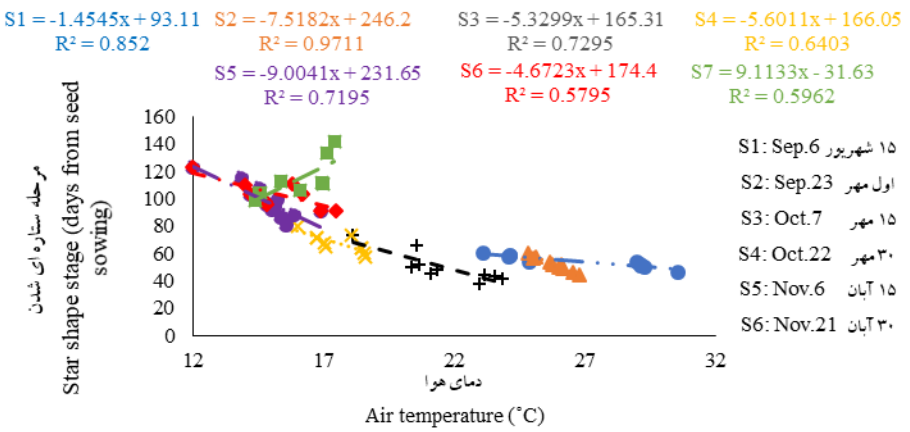
برای ارزیابی یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده شده و با توجه به یکنواخت بودن خطاهای آزمایشی، صفات مورد بررسی، تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین‌ها (با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد) با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال بر شروع مرحله ستاره‌ای شدن، طول دوره رشد، میزان روغن و عملکرد روغن دانه معنی‌دار بود. اثر تاریخ کاشت و رقم نیز بر کلیه صفات گیاهی مورد بررسی نیز معنی‌دار بودند. برهمکنش سال در تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی‌دار بود. برهمکنش دوگانه تاریخ کاشت در رقم بر شروع مرحله ستاره‌ای شدن، طول دوره رشد، ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی‌دار بود. برهمکنش سه گانه سال در تاریخ کاشت در رقم بر هیچ کدام از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شروع مرحله

ستاره‌ای شـدن در سـال اول و دوم بـه ترتیـب ۷۳ و ۸۰ روز پس از کاشت آغاز شدند (اعداد ارائه نشده‌اند). بـر اساس مقایسه میانگین‌های برهمکنش تـاریخ کاشـت در رقم در دو سال آزمـایش نشـان داد کـه حـداکثر فاصـله زمـانی بـین کاشـت تـا شـروع مرحلـه سـتاره‌ای شـدن (۱۳۷ روز) در تاریخ کاشت ۱۵ آذر بـه رقـم پروگـرس تعلق داشت. با توجه بـه دیـررس بـودن رقـم پروگـرس نسبت بـه سـایر رقـم‌هـا، ایـن رقـم در کلیـه تاریخ‌هـای کاشـت بیشـترین فاصـله بـین کاشـت تـا شـروع مرحلـه ستاره‌ای شدن را داشت. کمترین فاصلـه بـین کاشـت تـا مرحله ستاره‌ای شدن (۴۲ روز) نیز در تاریخ کاشت اول (۱۵ شـهریور) و رقـم فـرخ مشـاهده شـد (اعـداد ارائـه نشـده‌انـد). بیشـتر شـدن فاصـله بـین کاشـت تـا مرحلـه ستاره‌ای شدن در تاریخ‌های کاشت دیرتر را می‌توان به کاهش دمای هوا در تاریخ‌های کاشت دیرتر نسبت داد (شکل ۱). روابط رگرسیونی بین میـانگین دمـا و شـروع مرحله ستاره‌ای شدن نشان داد که از تـاریخ کاشـت اول (۱۵ شهریور) تا تاریخ کاشت ششم (۱۵ آبان)، بـین دمـا و شروع مرحله ستاره‌ای شدن رابطه منفی وجود داشته و بیشترین شیب کاهش در تاریخ کاشت پـنجم (۳۰ مهـر) مشاهده شد، به طـوری کـه بـا افـزایش هـر یـک واحـد دمایی، میزان کاهش فاصله بین کاشت تا شـروع مرحلـه ستاره‌ای شدن نه درصد بود. اما در تـاریخ کاشـت آخـر (۱۵ آذر) ایـن رابطـه مثبـت بـود (شـکل ۲). براسـاس اطلاعات شکل ۲ بیشتر بودن دما در تاریخ‌هـای کاشـت اول تا چهارم باعث کاهش فاصله بین کاشـت تـا شـروع مرحلـه سـتاره‌ای شـدن گردیـد. در تاریخ‌هـای کاشـت پنجم و ششم نیز بدلیل کاهش دما، فاصله بین کاشت تـا شروع مرحله سـتاره‌ای شـدن افـزایش یافـت. در تـاریخ کاشت آخر بـا رونـد کـاهش دمـا، فاصـله بـین کاشـت (۱۵ آذر) و سبز شدن (اوایل دی) افزایش یافت و پس از سبز شدن نیز رشد گیاه کند بوده. به‌نظر مـی‌رسـد کـه این موضوع دلیـل متفـاوت بـودن رابطـه رگرسـیونی در تاریخ کاشت آخر بوده است.

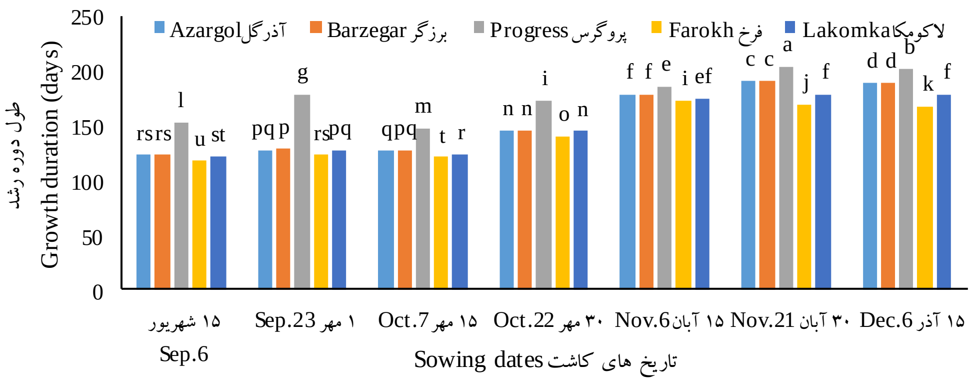


شکل ۲- روابط رگرسیونی بین دمای هوا از کاشت تا مرحله ستاره‌ای شدن ارقام آفتابگردان در تیمارهای تاریخ کاشت

Fig. 2. Regression relationship between air temperatures from seed sowing to the beginning of star-shape stage of sunflower cultivars in sowing date treatments

مقایسه میانگین‌ها نشان داد کـه طـول دوره رشـد در سال اول و دوم آزمایش به ترتیـب ۱۵۳ و ۱۵۹ روز بـود (اعداد ارائه نشده‌اند). مقایسـه میـانگین‌هـا نشـان داد کـه بیشترین طـول دوره رشـد (۲۰۴ روز) در تـاریخ کاشـت ۳۰ آبان مربوط به رقـم پروگـرس و کمتـرین مقـدار آن (۱۱۸ روز) نیز در تاریخ کاشت ۱۵ شـهریور مربـوط بـه

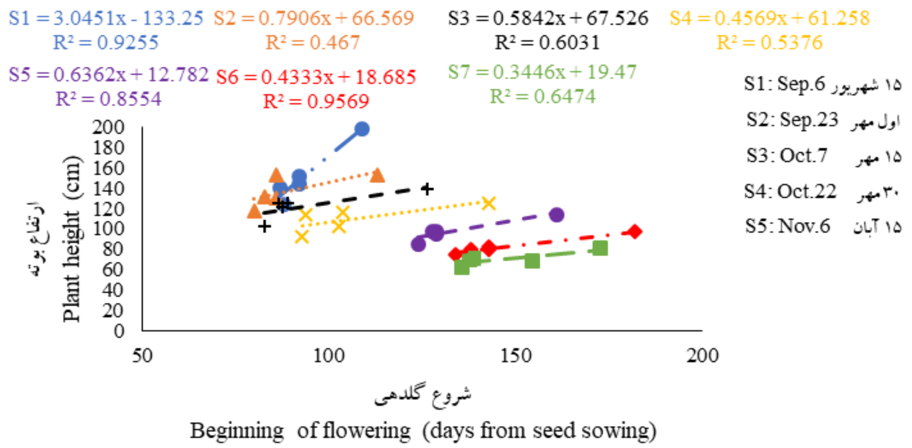
رقم فرخ بوده است (شکل ۳). با توجه به اینکه کشت‌های تاخیری در طول دوره رشد و نمو و مراحل اولیه رشدی را در دمای پایین‌تری سپری شده، افزایش طول دوره رشد بدیهی به‌نظر می‌رسد. به‌عبارت دیگر نیاز حرارتی گیاه در تاریخ کاشت‌های زودتر طی دوره کوتاه‌تری تامین شده است. این نتایج با یافته‌های شهسواری و همکاران مطابقت داشت (Shahsavari *et al.*, 2008). در تاریخ‌های کاشت زودتر به دلیل اینکه گیاهان در مراحل اولیه رشد و تا مرحله ستاره‌ای شدن، تعداد روز-درجه رشد لازم را در مدت زمان کمتری دریافت می‌کنند، مراحل تکوین گیاه از مرحله ستاره‌ای شدن تا گلدهی سریع‌تر طی می‌شود، اما با تاخیر در کاشت، وقوع مرحله ستاره‌ای شدن که آغاز دوره نمو زایشی است، دیرتر اتفاق می‌افتد. به عبارت دیگر کاهش دمای هوا باعث می‌شود که مرحله نمو زایشی دیرتر شروع شده و تاخیر در کاشت باعث افزایش طول دوره رشد گیاه می‌شود.



شکل ۳- میانگین طول دوره رشد ارقام آفتابگردان در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و رقم (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷)

Fig. 3. Mean of growth duration of sunflower cultivars in interaction effect of sowing date × cultivar (2017-18 and 2018-19)

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تاخیر در تاریخ کاشت در هر دو سال آزمایش باعث کاهش ارتفاع بوته ارقام آفتابگردان شد. حداکثر ارتفاع بوته (۱۵۸/۳ سانتیمتر) در سال دوم آزمایش و تاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور) و حداقل ارتفاع بوته (۶۹/۳ سانتیمتر) در سال دوم و تاریخ کاشت آخر (۱۵ آذر) مشاهده شدند (جدول ۴). براساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به برهمکنش تاریخ کاشت و رقم در دو سال آزمایش، بیشترین ارتفاع بوته (۱۹۸/۷ سانتیمتر) در تاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور) به رقم پروگرس و کمترین ارتفاع بوته (۶۱/۹ سانتیمتر) در تاریخ کاشت ۱۵ آذر و رقم فرخ مشاهده شدند (اعداد ارائه نشده‌اند). روابط رگرسیونی بین ارتفاع بوته و شروع گلدهی (کاشت تا شروع گلدهی) نشان داد که بین آنها رابطه مثبت وجود داشته و شیب این افزایش در تاریخ کاشت اول بیشتر بود. در تاریخ کاشت اول به ازای افزایش هر واحد فاصله بین کاشت تا شروع گلدهی (روز) ارتفاع بوته به میزان سه واحد (سانتی‌متر) افزایش یافت و در تاریخ‌های کاشت دوم تا هفتم به‌ترتیب ۰/۸، ۰/۵، ۰/۴۶، ۰/۶۳، ۰/۴۳ و ۰/۳۴ واحد بود (شکل ۴). هرچند که در تاریخ‌های کاشت دیرتر، طول دوره رشد بیشتر بود، اما این موضوع افزایش ارتفاع بوته را به‌همراه نداشت. براساس برخی از گزارشات صفت ارتفاع بوته بیشتر تحت تاثیر خصوصیات ژنتیکی رقم گیاهی می‌باشد (Ozturk *et al.*, 2017).



شکل ۴- روابط رگرسیونی بین شروع گلدهی و ارتفاع بوته ارقام آفتابگردان در تیمارهای تاریخ کاشت

Fig. 4. Regression relationship between beginning of flowering and plant height of sunflower cultivars in sowing date treatments

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی ارقام آفتابگردان در برهمکنش تیمارهای سال و تاریخ کاشت

Table 4. Mean comparison of plant traits of sunflower cultivars in interaction effect of year × sowing date

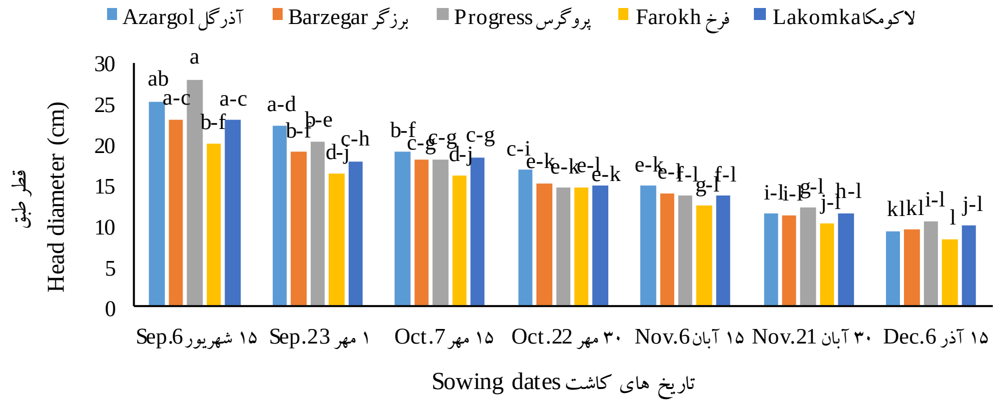
		ارتفاع بوته Plant height (cm)		عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})		عملکرد روغن Oil yield (kg.ha^{-1})	
		۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸
Sowing date	تاریخ کاشت	2017-18	2018-19	2017-18	2018-19	2017-18	2018-19
Sep.6	۱۵ شهریور	145.5ab	158.3a	2747.9a	2507.2ab	1205.8a	1051.0ab
Sep.23	اول مهر	130.6bc	144.2ab	2442.3ab	2184.6b	1056.3ab	881.7b
Oct.7	۱۵ مهر	116.4cd	129.1bc	2120.1b	1591.9c	909.4b	644.1c
Oct.22	۳۰ مهر	107.2de	113.3cd	1495.3c	856.3d	627.6c	335.9d
Nov.6	۱۵ آبان	94.9e-g	101.3d-f	736.1de	467.0d-f	302.7de	185.4d-f
Nov.21	۳۰ آبان	83.4f-g	82.2gh	494.0d-f	399.5ef	197.3d-f	152.6d-f
Dec.6	۱۵ آذر	71.6h	69.3h	348.1g	268.3f	136.1ef	97.8f

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's test

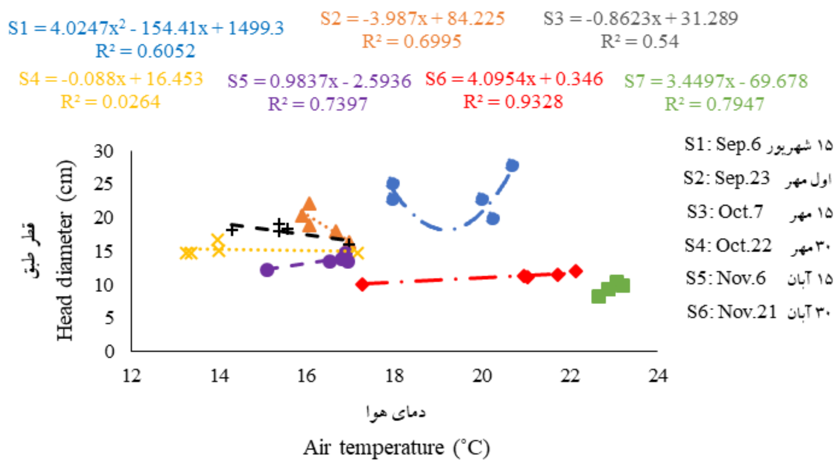
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم پروگرس در تاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور) بیشترین (۲۷/۹ سانتیمتر) و رقم فرخ در تاریخ کاشت آخر (۱۵ آذر) کمترین (۸/۲ سانتیمتر) قطر طبق را داشتند (شکل ۵). با تاخیر در کاشت قطر طبق در کلیه ارقام آفتابگردان روند نزولی داشت. روابط رگرسیونی بین میانگین دمای هوا در فاصله بین مراحل ستاره‌ای شدن و گلدهی با قطر طبق در تاریخ‌های کاشت الگوهای متفاوتی داشتند. در تاریخ کاشت اول، قطر طبق با افزایش دما در محدوده ۱۸ تا ۱۹/۶ درجه، روند کاهشی داشته و در محدوده دمایی ۱۹/۶ تا ۲۱ درجه روند افزایشی داشت. در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم با افزایش هر واحد دما، قطر طبق به‌ترتیب ۴ و ۰/۸۶ واحد کاهش یافت. در تاریخ‌های کاشت پنجم، ششم و هفتم نیز با افزایش هر واحد دما، قطر طبق به‌ترتیب ۹۸، ۰/۳۵ و ۳/۴۴ واحد افزایش یافت (شکل ۶). در برخی گزارشات اشاره شده

است که کاهش طول دوره رشد باعث کاهش قطر طبق در آفتابگردان می‌شود (Li *et al.*, 2009)، اما در آزمایش حاضر افزایش طول دوره رشد باعث افزایش قطر طبق نشد، به‌نظر می‌رسد که پایین بودن دمای هوا در طول دوره رشد در کشت‌های تاخیری باعث افزایش طول دوره رشد ارقام آفتابگردان شده و این دما جهت افزایش قطر طبق مناسب نبوده است. براساس نتایج یک آزمایش در شرایط خوزستان، هم طول دوره رشد و هم قطر طبق در تاریخ‌های کاشت بهمن در مقایسه با اسفند بیشتر است (Kalantarahmadi, 2020). رقم پروگرس نیز بدلیل دیررس بودن در تاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور) بیشترین قطر طبق را داشت، اما با کاهش طول دوره رشد در تاریخ‌های کاشت دیرتر، میزان کاهش قطر طبق در رقم پروگرس نسبت به سایر ارقام بیشتر بود.



شکل ۵- میانگین قطر طبق ارقام آفتابگردان در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و رقم (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷)

Fig 5. Mean of head diameter of sunflower cultivars in interaction effect of sowing date × cultivar treatments (2017-18 and 2018-19)

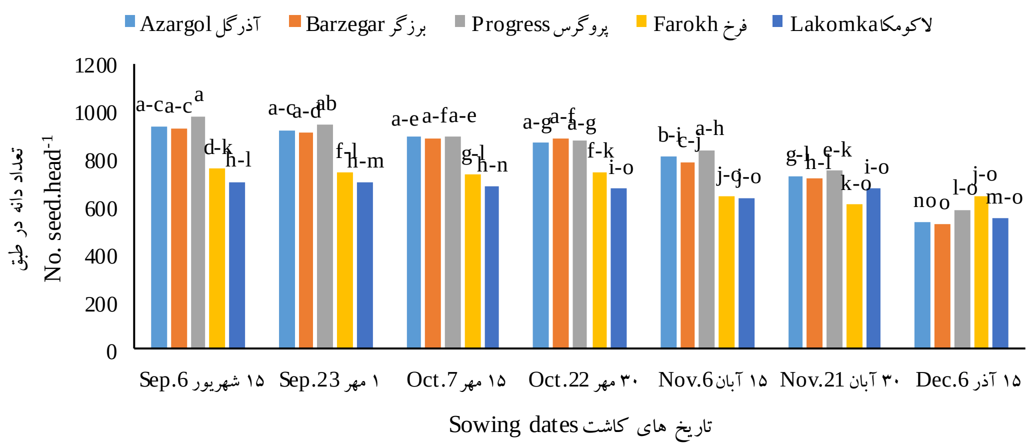


شکل ۶- روابط رگرسیونی بین دمای هوا از مرحله ستاره‌ای شدن تا گلدهی و قطر طبق ارقام آفتابگردان در تیمارهای تاریخ کاشت

Fig. 6. Regression relationship between air temperatures from star-shape stage to flowering and head diameter of sunflower cultivars in sowing date treatments

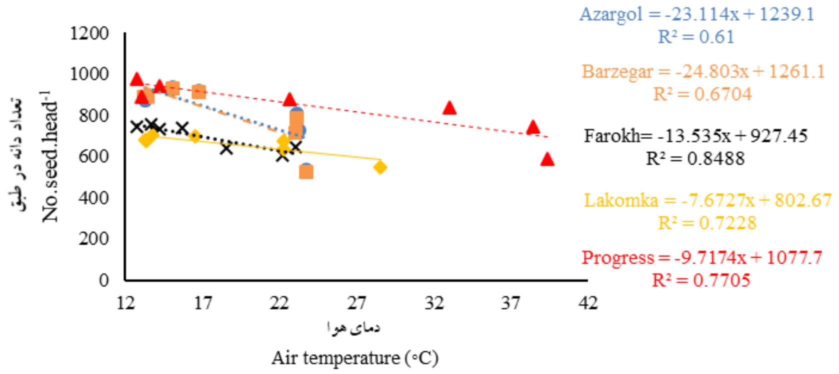
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در دو سال آزمایش بیشترین تعداد دانه در طبق (۹۷۹/۱ دانه) در تاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور) مربوط به رقم پروگرس و کمترین تعداد آن (۵۲۶/۲ دانه) در تاریخ کاشت ۱۵ آذر و رقم برزگر بود. در تاریخ کاشت آخر (۱۵ آذر) رقم فرخ نسبت به سایر ارقام تعداد دانه در طبق بیشتری داشت (شکل ۷). رابطه رگرسیونی بین میانگین دما در طول دوره گلدهی ارقام آفتابگردان با تعداد دانه در طبق نشان داد که با افزایش میانگین دمای هوا، تعداد دانه در طبق در کلیه ارقام کاهش و شدت کاهش در رقم برزگر بیشتر بود. بر اساس معادلات رگرسیونی بدست آمده به ازای افزایش هر واحد دما، کاهش تعداد دانه در طبق در ارقام آذرگل، برزگر، فرخ، لاکومکا و پروگرس به‌ترتیب ۲۳، ۲۵، ۱۳، ۸ و ۱۰ درصد بود (شکل ۸). بین ارقام میان‌رس (آذرگل، برزگر و لاکومکا)، رقم لاکومکا کمتر تحت تاثیر افزایش دما قرار گرفت. رقم پروگرس نیز علاوه بر دیررس بودن و بیشتر بودن طول دوره گلدهی در مقایسه با رقم زودرس فرخ، به مقدار کمتری تحت تاثیر افزایش دما در طول دوره گلدهی قرار گرفته و به همین دلیل تعداد دانه در طبق بالاتری داشت. با توجه به نتایج حاصله می‌توان اظهار داشت که علاوه بر دما در طول مراحل زایشی، ویژگی‌های ژنتیکی رقم نیز نقش مهمی در تعیین اجزای عملکرد دانه دارند. در تنظیم تاریخ کاشت، در نظر گرفتن مرحله گلدهی بسیار مهم بوده و این مرحله نباید با شرایط دمایی نامناسب مواجه شود (Moghaddam Khamseh et al., 2021).

نتایج مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه ارقام آفتابگردان در دو سال نشان داد که ارقام لاکومکا و فرخ به‌ترتیب بیشترین (۵۸/۵ گرم) و کمترین (۴۳/۳ گرم) وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۵). تاخیر در کاشت باعث کاهش وزن هزار دانه شد و در هر دو سال آزمایش تاریخ‌های کاشت اول (۱۵ شهریور) و آخر (۱۵ آذر) به ترتیب بیشترین (۵۴/۶ گرم) و کمترین (۴۶/۴ گرم) وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۵). دلیل کاهش وزن هزار دانه از تاریخ کاشت دوم به بعد بدلیل کاهش منابع فتوسنتزی (برگ‌ها)، کاهش دمای هوا و تابش می‌باشد (Mirzaei *et al*., 2012). ارزیابی وضعیت دما در مرحله پر شدن دانه ارقام آفتابگردان در تاریخ‌های مختلف کاشت نیز نشان می‌دهد که دوره پرشدن دانه در تاریخ‌های کاشت اول و دوم با دمای



شکل ۷- میانگین تعداد دانه در طبق ارقام آفتابگردان در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و رقم (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷)

Fig. 7. Mean of number of seed.head^{-1} of sunflower cultivars in interaction effect of sowing date × cultivar treatments (2017-18 and 2018-19)



شکل ۸- روابط رگرسیونی بین دمای هوا در طول دوره گلدهی و تعداد دانه در طبق ارقام آفتابگردان در تیمارهای تاریخ کاشت

Fig. 8. Regression relationship between air temperature during flowering and No.seed.head^{-1} of sunflower cultivars in sowing date treatments

مناسب‌تری مواجه بوده و همین موضوع افزایش وزن هزار دانه را بدنبال داشته است، اما از تاریخ کاشت چهارم (۳۰ مهر) به بعد مجددا دما افزایش یافته و باعث کاهش وزن هزار دانه شد. این افزایش دما (۴۶-۴۵ درجه سانتی گراد) در مرحله پر شدن دانه رقم دیررس پروگرس بیشتر از سایر ارقام بود (جدول ۶). گزارش شده است که به ازای افزایش هر یک درجه سانتی‌گراد بالاتر از ۲۵ درجه در طول دوره پر شدن دانه، وزن دانه آفتابگردان ۱/۲ درصد کاهش می‌یابد (Chimenti *et al.*, 2001). تغییرات وزن هزار دانه تحت تاثیر تغییرات دما در طول دوره پر شدن دانه و همچنین طول دوره پر شدن دانه می‌باشد (Moghadam Khamseh *et al.*, 2021). تاخیر در کاشت باعث کاهش تعداد برگ‌ها در کلیه ارقام آفتابگردان شد (اعداد ارائه نشده‌اند). هر چند که تعداد برگ‌ها تحت تاثیر ژنتیک است، اما در آزمایش حاضر تعداد برگ‌ها تحت تاثیر شرایط محیطی در طول دوره سبز شدن تا ستاره‌ای شدن ناشی از تاریخ کاشت نیز قرار گرفت. کاهش تعداد برگ‌ها باعث نقصان تولید و توزیع مواد فتوسنتزی شده و باعث کاهش قطر طبق، وزن دانه و سایر عوامل موثر بر عملکرد دانه می‌شود. این نتایج با یافته‌های آبلاردو و هال مطابقت داشت (Abelardo and Hall, 2002).

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه و میزان روغن دانه ارقام آفتابگردان در تیمارهای تاریخ کاشت

Table 5. Mean comparison of thousand seeds weight and seed oil content of sunflower cultivars in sowing date treatments

Sowing date	تاریخ کاشت	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	میزان روغن دانه Seed oil content (%)
Sep.6	۱۵ شهریور	54.6a	42.8a
Sep.23	اول مهر	54.0a	41.6b
Oct.7	۱۵ مهر	52.7a	41.4b
Oct.22	۳۰ مهر	50.1b	40.3c
Nov.6	۱۵ آبان	49.0bc	40.2c
Nov.21	۳۰ آبان	46.9cd	38.9d
Dec.6	۱۵ آذر	46.4d	37.7e
Sunflower cultivars	ارقام آفتابگردان		
Azargol	آذرگل	46.1d	41.9a
Barzegar	برزگر	51.0c	41.1b
Progress	پروگرس	53.7b	41.2ab
Farokh	فرخ	43.3e	38.0d
Lakomka	لاکومکا	58.5a	39.9c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's test

جدول ۶- دمای هوا در طول دوره پر شدن دانه ارقام آفتابگردان در تیمارهای تاریخ کاشت

Table 6. Air temperature during seed filling period of sunflower cultivars in sowing dates treatments

		Sunflower cultivars ارقام آفتابگردان									
		آذرگل Azargol		برزگر Barzegar		پروگرس Progress		فرخ Farokh		لاکومکا Lakomka	
تاریخ کاشت Sowing date	دمای هوا Air temperature (˚C)	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۷-۹۸ 2018-19	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۷-۹۸ 2018-19	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۷-۹۸ 2018-19	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۷-۹۸ 2018-19	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۷-۹۸ 2018-19
Sep.6 ۱۵ شهریور	Max	22.8	17.9	22.8	17.9	20.0	18.1	23.7	18.5	23.0	18.5
	Mean	15.9	13.1	15.9	13.1	13.0	16.2	16.5	13.4	16.0	13.5
Sep.23 اول مهر	Max	20.7	17.6	20.6	17.6	23.0	20.0	21.4	17.4	21.0	17.4
	Mean	13.8	12.4	13.7	12.4	16.3	13.8	14.4	12.3	13.9	12.4
Oct.7 ۱۵ مهر	Max	19.9	17.8	20.0	17.9	21.1	20.8	19.3	17.9	19.2	17.7
	Mean	13.0	12.3	13.1	12.5	15.11	14.1	12.5	12.4	12.4	12.2
Oct.22 ۳۰ مهر	Max	23.9	20.4	22.6	20.5	31.3	24.8	23.3	20.0	23.8	20.1
	Mean	17.6	14.2	16.9	14.2	23.0	19.1	16.8	13.7	17.2	13.9
Nov.6 ۱۵ آبان	Max	30.9	27.7	21.3	20.1	45.3	45.5	21.1	26.0	21.2	26.5
	Mean	23.2	21.0	15.1	14.8	35.9	35.2	14.6	19.5	15.0	20.0
Nov.21 ۳۰ آبان	Max	35.6	37.4	35.6	37.4	45.8	48.3	23.1	32.4	24.8	34.5
	Mean	27.4	28.17	27.4	28.1	36.5	37.9	17.3	23.9	17.9	25.8
Dec.6 ۱۵ آذر	Max	36.3	36.8	36.3	37.0	46.9	45.9	33.5	32.6	35.5	39.7
	Mean	28.0	27.7	28.0	27.9	37.5	35.1	26.3	24.1	26.7	30.0

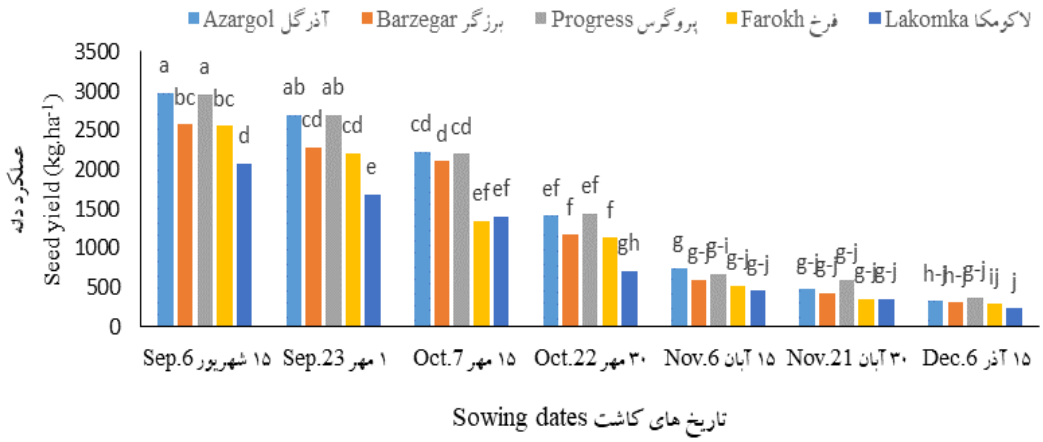
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سال اول آزمایش تاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور) بیشترین عملکرد دانه (۲۷۴۷/۹ کیلوگرم در هکتار) را داشته و کمترین عملکرد دانه (۲۶۸/۳ کیلوگرم در هکتار) نیز در سال دوم آزمایش در تاریخ کاشت ۱۵ آذر بدست آمد (جدول ۵). بطور کلی در سال دوم آزمایش، عملکرد دانه در کلیه تاریخ‌های کاشت از سال اول کمتر بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول (۲۵ شهریور) مربوط به ارقام آذرگل (۲۹۷۱ کیلوگرم در هکتار) و پروگرس (۲۹۵۸ کیلوگرم در هکتار) بوده و حداقل عملکرد دانه (۲۳۲ کیلوگرم در هکتار) نیز در تاریخ کاشت ۱۵ آذر در رقم لاکومکا بدست آمد (شکل ۹). کاهش قطر طبق، کاهش تعداد دانه در طبق و کاهش وزن هزار دانه در تاریخ کاشت‌های تاخیری باعث کاهش عملکرد دانه شدند.

تاریخ کاشت از طریق اختلاف ایجاد شده در دمای هوا و طول روز تاثیر مهمی بر عملکرد و اجزای عملکرد دارد. به‌علاوه گسترش بیماری‌های سفیدک و پوسیدگی ساقه و همچنین بارندگی بیشتر و دمای نامناسب هوا در مراحل زایشی در کشت‌های تاخیری، باعث کاهش شدید عملکرد دانه در ارقام آفتابگردان شد. میزان کاهش عملکرد دانه در تاریخ کاشت دوم در مقایسه با تاریخ کاشت اول در ارقام آذرگل، برزگر، پروگرس، فرخ و لاکومکا به ترتیب ۹، ۱۱، ۹، ۱۴ و ۱۹ درصد بود و با تاخیر در کاشت میزان کاهش عملکرد دانه بیشتر شد، به‌ترتیبی که میزان کاهش عملکرد دانه ارقام آفتابگردان یاد شده در تاریخ کاشت سوم نسبت به تاریخ کاشت اول به‌ترتیب ۲۵، ۱۸، ۲۵، ۴۷ و ۳۲ درصد بود.

روابط رگرسیونی بین عملکرد دانه ارقام آفتابگردان و طول دوره رشد نشان داد که با افزایش طول دوره رشد، عملکرد دانه کاهش یافت (شکل ۱۰). از این رابطه می‌توان نتیجه گرفت که افزایش طول دوره رشد به‌تنهایی باعث افزایش عملکرد دانه نمی‌شود، بلکه شرایط محیطی مناسب در طول دوره رشد تعیین کننده عملکرد دانه می‌باشد. اگرچه رقم دیررس پروگرس هم از عملکرد مطلوب و هم ارتفاع بوته بیشتری برخوردار بود، اما رقم آذرگل با دارا بودن ارتفاع بوته و طول دوره رشد کمتر، از عملکرد دانه مناسبی برخوردار بود و با رقم پروگرس در یک گروه آماری قرار گرفت، بنابراین می‌توان اظهار داشت که رقم آذرگل از ویژگی‌های بهتری در مقایسه با پروگرس برخوردار است. بر این اساس استفاده از ارقام با ارتفاع بوته کمتر و عملکرد بالاتر، گزینه مناسبی در انتخاب ارقام سازگار با منطقه و تخلیه کمتر عناصر غذایی خاک می‌باشد. رابطه رگرسیونی عملکرد دانه با قطر طبق (شکل ۱۱ الف) و ارتفاع بوته (شکل ۱۱ ب) خطی و مثبت بود. بر اساس رابطه رگرسیونی خطی بدست آمده، با افزایش قطر طبق و ارتفاع بوته، عملکرد دانه نیز افزایش یافت. به‌ازای افزایش هر واحد قطر طبق و ارتفاع بوته، عملکرد دانه به ترتیب ۱۷۷ و ۲۶ واحد افزایش یافت.

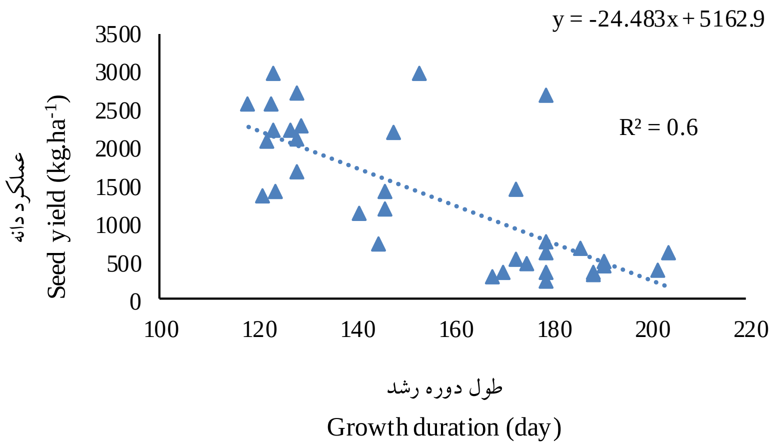
کاهش عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت نامناسب به دمای نامناسب هوا در طول دوره رشد و گرده‌افشانی (Kaleem *et al.*, 2009; Ozturk *et al.*, 2017) و ویژگی‌هایی از جمله قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه مرتبط می‌باشد (Van der Merwe *et al.*, 2015). غالبا نامناسب بودن تاریخ کاشت و دمای نامناسب هوا باعث تغییر در طول دوره نمو و کم شدن فرصت برای رشد و تولید اجزای عملکرد دانه گیاه می‌شود (Moghadam Khamseh *et al.*, 2021). دماهای بالا در طول دوره رشد آفتابگردان باعث تسریع رشد ساقه در مراحل اولیه (Beard and Geng, 1982) و کاهش زمان کاشت تا گلدهی (De La Vega and Hall, 2002) می‌شود. دماهای پایین و کاهش شدت تابش بعد از گرده‌افشانی نیز روی ذخیره‌سازی و پر شدن دانه آفتابگردان تاثیر منفی گذاشته و باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Anastasi *et al.*, 2000). طول هر یک از

مراحل رشد و نموی گیاه تابع عوامل محیطی، بویژه طول روز و دما بوده و تفاوت در طول مراحل رشد و نموی ارقام و تاثیر پذیری آنها از شرایط محیطی باعث عدم انطباق مراحل حساس فنولوژیکی گیاه با شرایط مناسب محیطی شده و باعث کاهش عملکرد دانه خواهد شد. براساس رابطه رگرسیونی خطی میزان روغن دانه با قطر طبق (شکل ۱۱ الف) و ارتفاع بوته (شکل ۱۱ ب)، به ازای افزایش هر واحد قطر طبق و ارتفاع بوته، میزان روغن دانه به‌ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۰۶ درصد افزایش می‌یابد.



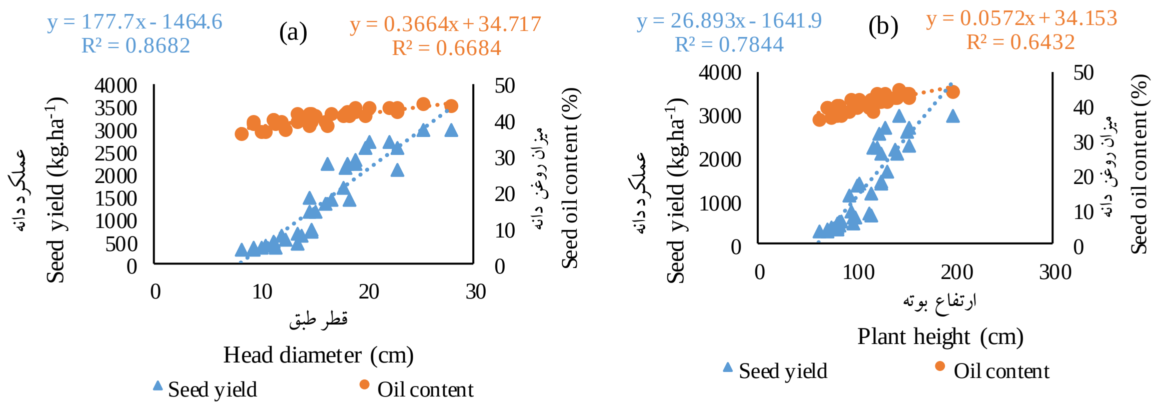
شکل ۹- میانگین عملکرد دانه ارقام آفتابگردان در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و رقم (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷)

Fig. 9. Mean of seed yield of sunflower cultivars in interaction effect of sowing date × cultivar treatments (2017-18 and 2018-19)



شکل ۱۰- رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه با طول دوره رشد ارقام آفتابگردان (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷)

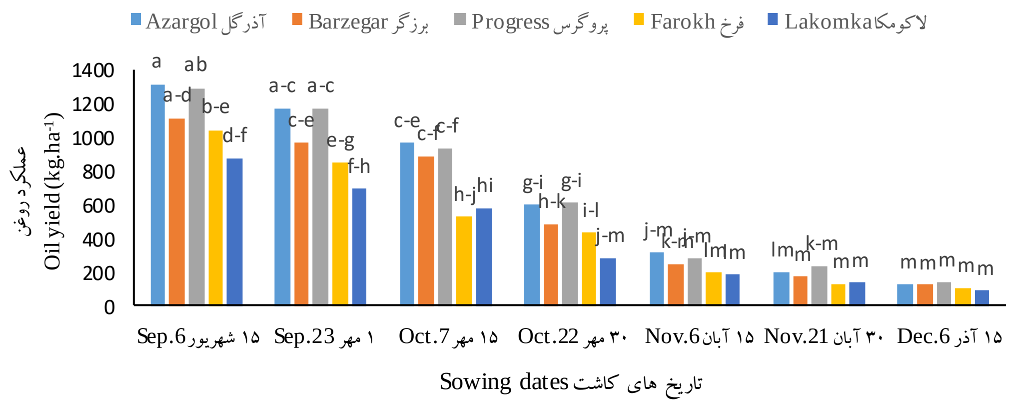
Fig. 10. Regression relationship between seed yield with growth duration of sunflower cultivars (2017-18 and 2018-19)



شکل ۱۱- روابط رگرسیونی بین عملکرد دانه و میزان روغن با قطر طبق (a) و ارتفاع بوته (b) ارقام آفتابگردان (۱۳۹۶-۹۷ و ۱۳۹۷-۹۸)

Fig. 11. Regression relationship between seed yield and oil content with head diameter (a) and plant height (b) of sunflower cultivars (2017-18 and 2018-19)

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد روغن (۱۳۱۴/۱ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور) در رقم آذرگل و کمترین عملکرد روغن (۸۸/۴ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت آخر (۱۵ آذر) در رقم لاکومکا بدست آمدند. روند کلی عملکرد روغن نشان داد که تغییرات عملکرد روغن ارقام آفتابگردان از تاریخ کاشت پنجم (۱۵ آبان) تا هفتم (۱۵ آذر) به‌ترتیبی بود که کلیه ارقام در هر تاریخ کاشت در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۱۲). روند افزایش دما در طول دوره پر شدن دانه از تاریخ ۱۵ آبان تا ۱۵ آذر باعث کاهش میزان روغن دانه و همچنین عملکرد دانه شده و عملکرد روغن نیز کاهش یافت.



شکل ۱۲- میانگین عملکرد روغن ارقام آفتابگردان در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و رقم (۱۳۹۶-۹۷ و ۱۳۹۷-۹۸)

Fig. 12. Mean of oil yield of sunflower cultivars in interaction effect of sowing date × cultivar treatments (2017-18 and 2018-19)

نتیجه‌گیری

تغییر فصلی تاریخ کاشت با هدف بهره‌برداری بیشتر از نزولات آسمانی، راهکار مناسبی جهت صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری است، اما موفقیت در دستیابی به این هدف نیازمند سازگاری گیاه زراعی با سایر عوامل محیطی از جمله دما، طول روز و میزان بارندگی در مراحل مختلف رشد و نمو می‌باشد که این موضوع نیز تحت تاثیر تاریخ کاشت است. با توجه به کاهش دفعات آبیاری و استفاده بیشتر از نزولات آسمانی در کشت پاییزه آفتابگردان و نتایج حاصل از آزمایش و واکنش ارقام مورد ارزیابی، کشت پاییزه آفتابگردان در تاریخ‌های کاشت ۱۵ شهریور تا اوایل مهرماه مناسب بوده و با در نظر گرفتن عملکرد دانه، کشت آفتابگردان از اواسط مهر تا اواسط آذر در شرایط شمال خوزستان مناسب نمی‌باشد. اجرای آزمایشات تکمیلی جهت شناسایی ارقام سازگار با شرایط کشت پاییزه آفتابگردان در منطقه خوزستان مورد نیاز می‌باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری و مساعدت مسئولین محترم موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و همچنین مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Abdou, S. M. M., K. M. Abd El-Latif, R. M. F. Farrag and K. M. R. Yousef. 2011. The response of sunflower yield and water relations to sowing dates and irrigation scheduling under middle Egypt condition. Adv. Appl. Sci. Res. 2(3): 141-151.

Abelardo, J. and A. J. Hall. 2002. Effects of planting date, genotype, and their interactions on sunflower yield: II. components of oil yield. Crop Sci. 42: 1202-1210.

Agostino, M., F. K. V. D. Giezen, J. Prince and N. Sloan. 2012. Climate change will cause earlier flowering and distribution increase of *Jacaranda mimosifolia* in Australia. Cygnus 1: 95–103.

Ahmad, S., G. Abbas, Z. Fatima, R. J. Khan, M. A. Anjum and M. Ahmed. 2017. Quantification of the impacts of climate warming and crop management on canola phenology in Punjab, Pakistan. J. Agron. Crop Sci. 203(5): 442–452.

Ahmed, B., M. Sultana, J. Zaman, S. K. Paul, M. M. Rahman, M. R. Islam and F. Majumdar. 2015. Effect of sowing dates on the yield of sunflower. Bangladesh Agron. J. 18(1): 1-5.

Anastasi, U., M. Cammarata and V. Abbate. 2000. Yield potential and oil quality of sunflower (oleic and standard) grown. Ital. J. Agron. 4(1): 23-36.

Awais, M., A. Wajid, M. U. Bashir, M. Habib-ur-Rahman, M. A. S. Raza, A. Ahmad and W. Nasim. 2017a. Nitrogen and plant population change radiation capture and utilization capacity of sunflower in semi-arid environment. Environ. Sci. Poll. Res. 24(21): 17511-17525.

Awais, M., A. Wajid, W. Naim, A. Ahmad, M. F. Saleem, M. A. S. Raza, M. U. Bashir, M. Habib-ur-Rehman, U. Saeed, J. Hussain, N. Arshad and G. Hoogenboom, G., 2017b. Modeling the water and nitrogen productivity of sunflower using OILCROP-SUN model in Pak. Field Crops Res. 205: 67–77.

Bakhsh, A., M. Rehman, S. Salman and R. Ullah. 2019. Evaluation of cotton genotypes for seed cotton yield and fiber quality traits under water stress and non-stress conditions. Sarhad J. Agric. 35 (1): 161–170.

Balalić, I., M. Zorić, G. Branković, S. Terzić and J. Crnobarac. 2012. Interpretation of hybrid × sowing date interaction for oil content and oil yield in sunflower. Field Crops Res. 137: 70-77.

Barros, J. F., M. De Carvalho and G. Basch. 2004. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. Eur. J. Agron. 21(3): 347-356.

Baydar, H. and S. Erbas. 2005. Influence of seed development and seed position on oil, fatty acids and total tocopherol contents in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turk J. Agric. For. 29(3): 179-186.

Beard, B. H. and S. Geng. 1982. Interrelationships of morphological and economic characters of sunflower. Crop Sci. 22(4): 817-822.

Belo, R. G., S. Nolasco, C. Mateo and N. Izquierdo. 2017. Dynamics of oil and tocopherol accumulation in sunflower grains and its impact on final oil quality. Eur. J. Agron. 89: 124-130.

Chimenti, C. A., A. J. Hall and M. Sol López. 2001. Embryo-growth rate and duration in sunflower as affected by temperature. Field Crops Res. 69: 81–88.

De La Vega, A. J. and A. J. Hall. 2002. Effects of planting date, genotype, and their interactions on sunflower yield. Crop Sci. 42(4): 1191-1201.

Emami Bistgani, S., S. A. Siadat, A. Bakhshande, Kh. Alami Saeid and G. H. Shiresmaeili. 2012. Effect of plant density on yield and quality traits of four sunflower genotypes. J. Crop Prod. Proc. 1(2): 91-103. (In Persian with English abstract).

Grenz, J. H., V. A. Iştoc, A. M., Manschadi and J. Sauerborn. 2008. Interactions of sunflower (*Helianthus annuus*) and sunflower broomrape (*Orobanche cumana*) as affected by sowing date, resource supply and infestation level. Field Crops Res. 107(2): 170-179.

Izquierdo, N. G., and L. A. N. Aguirrezábal. 2008. Genetic variability in the response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower. Field Crops Res. 106(2): 116-125.

Jan, S. A., N. Bibi, Z. K. Shinwari, M. A. Rabbani, S. Ullah, A. Qadir and N. Khan. 2017. Impact of salt, drought, heat and frost stresses on morpho-biochemical and physiological properties of *Brassica* species: An updated review. J. Rural. Dev. Agric. 2:1–10.

Kalantarahmadi, S. A. 2020. Evaluation of sunflower Cultivars Reaction to Autumn Cultivation in North Khuzestan Conditions. Seed and Plant Improvement Institute. Registration Number: 2-71-03-96101 (In Persian).

Kaleem, S., F. Hassan and A. Saleem. 2009. Influence of environmental variations on physiological attributes of sunflower. Afr. J. Biotechnol. 8(15): 3531-3539.

Kalyar, T., S. Rauf, J. A. T. Da Silva and M. Shahzad. 2013. Handling sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under heat stress. Arch. Agron. Soil Sci. 60(5): 655–672.

Li, L., B. Wei, G. Tan, H. Wang and J. Jiang. 2009. Sowing test of autumn-winter sunflower planting in southern Guangxi. Guangxi Agric. Sci. 40(2): 138-140.

Li, Z., P. Yang, H. Tang, W. Wu, H. Yin, Z. Liu and L. Zhang. 2014. Response of maize phenology to climate warming in Northeast China between 1990 and 2012. Reg. Environ. Change. 14(1): 39–48.

Mirzaei, Z., M. Barary and A. Rezaizad. 2012. Effect of second planting date and genotype on yield and its components of oil bearing sunflower genotypes. J. Res. Crop Sci. 5(17): 1-14. (In Persian with English abstract).

Moghaddam Khamseh, A., S. Sayfzadeh, J. Daneshian, H. Zakerin and A. Valadabadi. 2021. Effect of delayed planting date on phenological traits, grain yield, and some fatty acids of new sunflower hybrids. J. Crop Improv. 24 (3): 807-824. (In Persian with English abstract).

Nasim, W., A. Ahmad, A. Wajid, J. Akhtar and D. Muhammad. 2011. Nitrogen effects on growth and development of sunflower hybrids under agro-climatic conditions of Multan. Pak. J. Bot. 43(4): 2083–2092.

Olfati, M., M. J. Malakoti, M. Balali, A. Majidi, M. Doroudi, M. Ghaderi, S. Kiani and K. Shahbazi. 2000. Optimal fertilizer recommendation for crops and gardens. Ministry of Agriculture-Jahad. Soil and Water Research Institute, Thechnical J., No. 198. (In Persian with English abstract).

Ozturk, E., T. Polat and M. Sezek. 2017. The effect of sowing date and nitrogen fertilizer form on growth, yield and yield components in sunflower. Turk. J. Field Crop. 22(1): 143-151.

Qadir, G., S. Ahmad, F. Hassan and M. A. Cheema. 2006. Oil and fatty acid accumulation sunflower as influenced by temperature variation. Pak. J. Bot. 38(4): 1137-1147.

Rondanini, D., R. Savin and A. J. Hall. 2003. Dynamics of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brief intervals of high temperature during grain-filling. Field Crops
Res. 83: 79–90.

Safari, M. 2007. Effects of planting date on seed yield and yield components of six sunflower cultivars in Kerman. Pajouhesh-Va-Sazandegi. 19(4): 139-142. (In Persian with English abstract).

Schneiter, A. A. and J. F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages 1. Crop Sci. 21(6): 901-903.

Shahsavari, M. R., T. Yasari, M. Zamanpour Sichani and H. Nouri. 2008. Effects of sowing date on developmental stages, yield and yield components of four sunflower cultivars. Agric. Res. 8(1): 231-241. (In Persian with English abstract).

Tariq, M., Z. Fatima, P. Iqbal, K. Nahar, S. Ahmad and M. Hasanuzzaman. 2021. Sowing dates and cultivars mediated changes in phenology and yield traits of cotton-sunflower cropping system in the arid environment. Int. J. Plant Prod. 15 (2): 291-302.

Van der Merwe, R., Labuschagne, M. T., Herselman, L., and A. Hugo. 2015. Effect of heat stress on seed yield components and oil composition in high-and mid-oleic sunflower hybrids. South Afric. J. Plant Soil. 32(3): 121-128.

Wang, Z., J. Chen, Y. Li, C. Li, L. Zhang and F. Chen. 2016. Effects of climate change and cultivar on summer maize phenology. Int. J. Plant Prod. 10(4): 509–525.

Yang, Y., Y. Yang, S. Han, I. Macadam and D.L. Liu. 2014. Prediction of cotton yield and water demand under climate change and future adaptation measures. Agric. Water Manage. 144: 42–53.

Effect of autumn sowing date on growth and seed yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars under the environmental conditions of the north of Khuzestan province, Iran

Kalantar Ahmadi, S.A.

ABSTRACT

Kalantar Ahmadi, S. A. 2022. Effect of autumn sowing date on growth and seed yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars under the environmental conditions of the north of Khuzestan province, Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences. 24(4): 335-354. (In Persian).**

To evaluate the effect of autumn sowing date on seed yield of sunflower cultivars, a field experiment was carried out as strip plot arrangement in randomized complete block design with three replications in safiabad agricultural and natural resources research and education center of Dezful, Iran during two growing seasons (201718 and 2018-19). Seven sowing dates (6^{th} Sep., 23^{rd} Sep., 7^{th} Oct., 22^{nd} Oct., 6^{th} Nov., 21^{st} Nov. and 6^{th} Dec.) were assigned to vertical strips and five sunflower cultivars (Azargol, Barzegar, Progress, Farokh and Lakomka) were randomized in horizontal strips. Mean comparison of sowing date and cultivar interaction showed that the highest growth duration (204 days) belonged to sowing date of 21^{st} Nov. and cv. Progress. The lowest growth duration (118 days) was for cv. Farokh in sowing date of 6^{th} Sep. Delay in sowing date led to decrease in head diameter and thousand seed weight of all sunflower cultivars. Delaying in the sowing date also led to shorter plant height. The highest (42.8%) and the lowest (37.7%) seed oil content was observed in the first (6^{th} Sep.) and the last (6^{th} Dec.) sowing dates, respectively. Cv. Azargol (41.9%) and cv. Farokh (38%) had the highest and the lowest seed oil content. Mean comparisons of sowing date and cultivar showed that the highest seed yield (2985 $kg.ha^{-1}$) belonged to the first sowing date (6^{th} Sep.) and cv. Progress. The lowest seed yield (232 $kg.ha^{-1}$) obtained from cv. Lakomka in 6^{th} Dec. sowing date. The results of this experiment showed that the period of 6^{th} until 23^{rd} Sep. is suitable sowing date window for autuom sowing sunflower in the north of Khuzestan province.

Key words: Air temperature, Flowering, Head diameter, Seed oil content and Seed sowing time

Received: October, 2022 Accepted: December, 2022
Assistant Prof., Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) (Email: kalantar.ahmadi@gmail.com)